

Цена 20 коп.

МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА
И ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
ИМЕНИ СЕРГО ОРДЖОНИКИДЗЕ



КП-2

МЕТОДИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ
ПО КУРСОВОМУ
ПРОЕКТИРОВАНИЮ
"КОНСТРУИРОВАНИЕ
АГРЕГАТОВ ПЛАНЕРА"

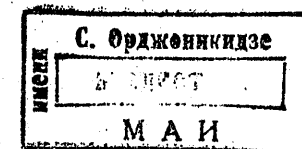
Колганов А.Ф.

МОСКВА
1983

МИНИСТЕРСТВО
ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР
МОСКОВСКИЙ
ОРДЕНА ЛЕНИНА И ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ имени СЕРГО ОРДЖОНИКИДЗЕ

МЕТОДИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ ПО КУРСОВОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ
"КОНСТРУИРОВАНИЕ АГРЕГАТОВ ПЛАНЕРА"

Утверждено
на заседании редсовета
6 октября 1982 г.



МОСКВА 1983

1983 г. 10 окт

Назаров Г.Н., Красоткин А.А., Попов Ю.И. Методические разработки по курсовому проектированию "Конструирование агрегатов планера". - М.: МАИ, 1983. - 56 с., ил.

Методические разработки по курсовому проектированию содержат задания, требования по объему, график и последовательность выполнения проекта, соответствующие рекомендации. Приводится обширный справочный материал по новым стандартам и требованиям к оформлению графической части проекта.

Пособие предназначено для студентов самолетостроительной специальности, выполняющих курсовой проект по конструкции планера самолета.

Рецензенты: А.И. Кышев, В.К. Хоменко

© Московский авиационный институт, 1983 г.

Глава I. ЗАДАЧИ И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

I.1. НАЗНАЧЕНИЕ И ТЕМАТИКА

Учебным планом по курсу "Проектирование конструкций самолетов" предусмотрено выполнение двух курсовых проектов - по составной части планера и по взлетно-посадочным устройствам или механическим устройствам системы управления.

Настоящее методическое пособие предназначено для курсового проектирования по составной части планера - конструкциям каркасного типа. Студент, приступающий к выполнению курсового проекта, должен знать в полном объеме основные курсы по проектированию авиационных конструкций: "Конструирование узлов и деталей самолета", "Конструирование агрегатов планера", а также такие дисциплины, как "Сопротивление материалов", "Материаловедение", "Строительная механика самолета", "Расчет самолета на прочность", "Технология самолетостроения".

Студент как автор проекта полностью отвечает за соответствие заданию его содержания, принятых решений и точности числовых результатов.

Темой курсового проекта может быть конструкция агрегата планера самолета - крыла, фюзеляжа, оперения или отдельных их частей - центроплана или отъемной части крыла, закрылка, элерона, руля, отсека фюзеляжа и других частей каркасного типа. По согласованию с руководителем курсового проектирования студент может выполнять специализированный курсовой проект с научно-исследовательским уклоном, с разработкой новых типов авиационных конструкций.

Целью выполнения проекта является:

- углубление знаний студента в области проектирования частей и агрегатов самолета, имеющих каркас;
- дальнейшее изучение натуральных экспонатов и конструкторской документации на существующие или существовавшие агрегаты;
- закрепление практических навыков конструирования;

- выработка умения выполнять чертежи и документацию авиационных конструкций, использовать Государственные и отраслевые стандарты, нормы, инструкции и рекомендации.

1.2. ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

Исходные данные для выполнения курсового проекта студент получает из индивидуального задания, которое содержит:

- наименование агрегата или составной части планера, подлежащих разработке;
- летно-технические характеристики самолета, к которому принадлежит агрегат. Здесь даются сведения о типе самолета, его взлетной массе, скорости и высоте полета, геометрические данные крыла, другие характеристики, необходимые для проектирования заданного агрегата;
- геометрию и размеры агрегата, место и тип соединения его с другими частями самолета;
- для некоторых агрегатов - директивную конструктивно-силовую схему и увязку с другими агрегатами;
- расчетные внешние нагрузки в виде сосредоточенных сил и эпюр погонных, поперечных и продольных сил, изгибающих и крутящих моментов;
- технические требования к особенностям конструкции, технологии и эксплуатации агрегата, а также требования по ресурсу, надежности и герметичности;
- указания по содержанию и объему графической части проекта и пояснительной записки.

При выполнении специализированного проекта содержание задания может быть иным, однако оно должно иметь все исходные данные для проектирования конструкции.

1.3. СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ ПРОЕКТА

Курсовой проект состоит из комплекта чертежей и пояснительной записки.

Первый чертеж - сборочный чертеж разрабатываемой части самолета.

В чертежной документации курсового проекта предусматриваются некоторые отступления от требований ГОСТ 2.108-68 на виды конструкторской документации. По этим требованиям должны быть выполнены чертежи: теоретический, габаритный, общего вида, сборочный со спецификацией для разрабатываемой составной части, сборочные со спецификациями для каждой из подборок (узлов), деталей. Сбороч-

ный чертеж разрабатываемой части должен содержать сведения, необходимые для выполнения операций по сборке агрегата. Конструкция же многих узлов и деталей выясняется только при разработке полного комплекта рабочих чертежей узлов и деталей, составляющих данный агрегат.

С учетом учебного характера проекта и ограничения по времени и объему разрешается чертежи теоретический, габаритный, общего вида и сборочный агрегата объединить в один сборочный чертеж с внесением в него всей необходимой информации. В сборочном чертеже агрегата помимо сведений, касающихся сборки агрегата в целом, студент должен дать ряд дополнительных проекций, видов, разрезов и сечений, относящихся к подсборочным операциям и поясняющих особенности конструктивно-силовой схемы, конструкцию отдельных элементов агрегата, их взаимную связь, технологию изготовления, сборки и контроля.

Отступления в оформлении сборочного чертежа не исключают необходимости четкого понимания студентом того, какие сведения относятся к сборочному чертежу агрегата, а какие являются дополнительными, введенными в сборочный чертеж для выявления конструктивных решений отдельных узлов и деталей.

На сборочном чертеже обычно показывается боковая или плановая проекция агрегата с необходимым количеством графической информации соответственно сказанному выше. Подробные рекомендации по выполнению этого чертежа изложены далее.

Размеры чертежа I составляют 2 - 3 стандартных листа формата А4 (допустима склейка двух листов по длинной или короткой стороне). К чертежу составляется спецификация.

Второй чертеж представляет собой сборочный чертеж узла, входящего в конструкцию разрабатываемого агрегата. Если, например, проектируется крыло, то вторым чертежом может быть сборочный чертеж лонжерона, усиленной нервюры, отсоединяемого носка и т.п.

Конструкция узла должна быть тщательно разработана и показана необходимым количеством проекций, видов, разрезов и сечений. Рекомендуется масштаб 1:1, 1:5. При разработке движущихся узлов, например отклоняемых носков, должна быть приведена кинематическая схема их работы. На чертеже показываются установочные размеры, проставляются позиции отдельных подузлов, деталей и нормалей. Предусматривается удобство и возможность сборки узла. На поле чертежа даются примечания для сборки и технические требования.

Спецификация чертежа выполняется на отдельных листах, которые вкладываются в пояснительную записку.

Чертеж 2 выполняется на листе формата 22 или 24.

Комплект рабочих чертежей состоит из трех-четырех чертежей деталей, входящих в сборочный узел второго тематического чертежа (при наличии в сборочном узле меньшего количества деталей для разработки можно взять деталь из первого сборочного чертежа).

Детали выбираются по возможности такими, чтобы охватить различные способы формообразования: литье, горячую или холодную (листовую) штамповку, прессование или механическую обработку. Детали должны изготавливаться применительно к серийному производству, с учетом при этом рационального выбора заготовки и рационального способа изготовления детали.

При разработке деталей необходимо обеспечить простоту и рациональные формы детали, увязку ее размеров по местам сопряжения с другими деталями, обоснованный выбор и правильную постановку допусков, посадок и шероховатостей поверхности, рациональный выбор материала, термической обработки, антикоррозийных и защитных покрытий. Студент должен хорошо представлять себе последовательность изготовления детали, использование необходимого оборудования, приспособлений и инструмента.

На чертеже детали размеры нужно проставить так, чтобы показать, как изготовить деталь. Расположение размеров должно соответствовать последовательности обработки. На чертежах деталей, которые обрабатываются совместно с другими (не при сборке), делается соответствующее примечание, например: "Обработать совместно с деталью...". Все размеры рабочего чертежа — диаметральные, линейные, угловые, расстояния между осями или между осями и плоскостями — должны быть снабжены допусками в соответствии со стандартами СТ СЭВ 144-75 и 145-75. Допуски не ставятся лишь у размеров, не влияющих на взаимозаменяемость и соединения деталей, а также размеров справочного характера и теоретических.

Допуски на отклонения формы и расположения поверхностей (параллельности, наклона, симметричности, соосности, радиального или торцового биения) принимаются по СТ СЭВ 301-76. Правила указания допусков формы и расположения геометрических элементов на чертежах устанавливает ГОСТ 2.308-79 (СТ СЭВ 368-76).

Рабочие чертежи деталей вычерчиваются, как правило, в масштабе 1:1 и лишь для очень больших деталей применяют масштабы 1:5, 1:10, при этом сечения показываются в масштабе 1:1.

Сборочные рабочие чертежи проекта должны выполняться в соответствии с единой системой конструкторской документации (ЕСКД).

Пояснительная записка должна иметь следующие разделы: титульный лист, задание на курсовой проект, техническое описание конструкции, проекторочный расчет, поверочный расчет на прочность, описание технологии изготовления сборки, расчет массы, спецификации сборочных чертежей, список использованных материалов, оглавление.

Объем пояснительной записки должен составлять 15 — 20 машинописных листов. Пояснительная записка вкладывается в обложку из плотной бумаги, титульный лист которой должен содержать наименование курсового проекта, фамилии автора и руководителя проектирования.

1.4. ГРАФИК ВЫПОЛНЕНИЯ И ОЦЕНКА ПРОЕКТА

На кафедре ведется систематический учет хода выполнения курсового проекта каждым студентом. В соответствии с учебным планом по курсовому проекту проводится шесть консультаций, где руководитель проектирования определяет процент выполнения проекта студентом. График работы над проектом представлен в табл. 1.1.

На последней консультации при полной готовности проекта руководитель проектирования подписывает чертежи и пояснительную записку и назначает срок защиты проекта. Защита курсового проекта производится перед комиссией, состоящей из двух преподавателей.

Оценка проекта складывается из следующих показателей:

1) правильность и полнота обоснования силовой схемы и выбора конструкторских решений агрегата и узла; проявление творческого подхода студента к выполнению проекта, наличие оригинальных конструктивно-проекторочных решений; глубина проработки задания, качество выполнения чертежей;

2) качество и полнота расчетов, эскизов, описаний, приведенных в пояснительной записке, качество ее оформления;

3) правильность и полнота ответов на вопросы при защите;

4) систематичность работы над курсовым проектом, степень самостоятельности в работе, защита проекта досрочно, в срок, после срока.

При получении неудовлетворительной оценки из-за грубых ошибок и недоделок повторная защита может быть назначена только после их устранения или переделки всего проекта. Если неудовлетворительная оценка получена из-за плохих ответов студента, то к повторной защите допускается этот же проект.

Т а б л и ц а I.I

График выполнения проекта

№ п/п	Содержание курсового проекта по разделам	Трудо- емкость в %	Недели (или пара недель)				
			1	2	3	4	5
1	Выдача и объяснение задания		○				
2	Предварительные изыскания, выбор конструктивно-силовой схемы	10	○	○			
3	Проектировочный расчет, эскизная проработка вариантов	20		—	○		
4	Разработка сборочного чертежа конструкции агрегата (чертеж 1)	35		—	—	○	
5	Разработка конструкции узла (чертеж 2)	15				○	○
6	Разработка рабочих чертежей деталей	10				—	○
7	Пояснительная записка	10		○	○		○

Г л а в а П. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАЗРАБОТКЕ КОНСТРУКЦИИ АГРЕГАТА

2.1. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ

Исходные данные для проектирования изложены в задании, определяющем разрабатываемый агрегат и условия его работы.

Приступая к проектированию, по учебной или специальной литературе необходимо познакомиться с функциональным назначением агрегата, выяснить факторы, определяющие внешние параметры и конструктивную схему агрегата с позиции общего проектирования самолета, изучить принципиальные особенности конструкции агрегата.

Необходимо также изучить материалы по конструкциям аналогичных агрегатов. При этом используются материалы методического кабинета кафедры, где можно получить технические описания самолетов, чертежи агрегатов, материалы научно-исследовательских секторов, альбомы, плакаты. По натурным образцам агрегата, имеющимся в лаборатории кафедры, проводится критический анализ конструкции с целью определения конструктивных способов ее совершенствования в соответствии с заданием. Выясняется работа различных вариантов

8

конструкции под внешней нагрузкой, определяется силовое назначение элементов агрегата.

В предварительных изысканиях анализируется, какая конструктивно-силовая схема агрегата может быть рациональной. Например, для крыла и оперения рассматривается возможность применения лонжеронной или кессонной конструкции. Следует выяснить, из каких материалов может быть изготовлена конструкция агрегата, возможно ли применение оотовой конструкции или композиционных материалов для отдельных отсеков агрегата. В последнем случае необходимо дополнительно учитывать взаимосвязь физико-механических характеристик композиционных материалов с технологией получения материала.

Здесь же определяются возможные варианты членения агрегата на узлы, панели и детали, способы соединения отдельных узлов и деталей при сборке агрегата и соединения его с другими агрегатами или частями самолета. Намечаются также возможные пути и способы, направленные на автоматизацию и механизацию технологических процессов изготовления элементов конструкции и их сборки.

Для конструкции агрегата в целом и отдельных его узлов и деталей анализируются возможные конструктивные и технологические методы повышения ресурса.

В результате предварительных изысканий определяется основная силовая схема конструкции агрегата для дальнейшей ее разработки. Материалы предварительных изысканий оформляются в пояснительной записке проекта в разделе "Техническое описание конструкции агрегата".

2.2. ПРОЕКТИРОВОЧНЫЙ РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИИ

Проектировочный расчет проводится с целью определения таких размеров поперечных сечений и конструктивных параметров проектируемого агрегата, чтобы конструкция была минимальной массы и удовлетворяла требованиям ресурса, технологии и эксплуатации. Расчет проводится одновременно с эскизной разработкой конструкции агрегата.

Одним из условий получения конструкции минимальной массы является равенство между собой трех видов напряжений: напряжений, действующих в поперечных сечениях элементов от внешней нагрузки; разрушающих напряжений, т.е. максимально допустимых для элементов для каждого вида нагрузки; напряжений, предельно возможных для материала рассматриваемых элементов конструкции.

9

Действующие напряжения определяются величиной и направлением действия нагрузок, размерами и расположением элементов конструкции, их несущей способностью (например, в обшивке, потерявшей устойчивость при сжатии, действующие напряжения не могут быть выше, чем критические напряжения сжатия). Разрушающие напряжения в каждом отдельном случае (при растяжении, сжатии и сдвиге) определяются расчетом. Предел прочности материала также зависит от вида деформации элемента и характера действия нагрузки (например, предел прочности при знакопеременной нагрузке).

Соответствия условиям прочности можно достичь правильным выбором конструктивно-силовой схемы агрегата, выбором расположения и рациональной формы, размеров и соотношений размеров элементов продольного и поперечного набора и обшивки, выбором материала конструкции. Наименьшую массу конструкция будет иметь в том случае, когда перечисленные условия выполняются для всех сечений, по всей длине агрегата, что обеспечивает равнопрочность его конструкции.

Определение каждого вида напряжений представляет собой сложную задачу, требующую многих данных и характеристик. Для курсового проекта ряд характеристик задается заданием, другие определяются по справочным данным. Тем не менее имеется очень много неизвестных варьируемых параметров конструкции. Поэтому проекторочный расчет ведется приближенными методами расчета на прочность и устойчивость. Должны быть определены в одном-двух поперечных сечениях толщины обшивок, стенок лонжеронов и нервюр, площади поперечных сечений поясов лонжеронов, стрингеров, поясов нервюр, размеры вала ЦШГО, узлов подвески рулей и узлов крепления составной части к другим частям и агрегатам, расстояние между нервюрами и шпангоутами. При этом используются, например, методика [1], определяющая конструктивные параметры лонжеронных и кессонных крыльев и оперения. В проекторочном расчете следует оценочно определить параметры конструкции для различных возможных конструктивно-силовых схем агрегата.

Для снижения массы агрегата целесообразно совмещать в одном элементе конструкции выполнение нескольких функций. Например, совмещать усиленные нервюры крепления шасси и закрылков, использовать подкос в крыле для крепления шасси и наружных подвесок, крепить киль и стабилизатор к одним и тем же шпангоутам. Снижению массы способствует использование монолитных тонкостенных панелей с набором, применение химически фрезерованной обшивки переменной

толщины, продольных элементов переменного сечения, многослойных панелей, клеевых и сварных соединений.

При проекторочном расчете необходимо проводить варьирование характеристик материала. Иногда использование высокопрочных материалов приводит к слишком тонким потребным сечениям элементов конструкции (малым толщинам стенок, тонкой обшивке), что может снизить разрушающие напряжения этих элементов при их работе на сжатие или сдвиг. В этом случае более целесообразным будет переход на менее прочный, но обладающий меньшей плотностью материал, что позволит увеличить толщины и критические напряжения этих элементов и снизить их массу.

Выбор материала влияет также на усталостную прочность конструкции и ее ресурс. Чем пластичнее материал, тем при прочих равных условиях в нем возникает меньшая концентрация напряжений и тем меньше сказывается влияние концентраторов напряжений (отверстия, резкие изменения толщин) на ресурс. Особенно это относится к элементам конструкции, работающим на растяжение. Поэтому для увеличения ресурса такие элементы часто выполняются из более пластичных материалов, чем силовые элементы, работающие на сжатие. Например, для поясов лонжеронов и панелей, расположенных в нижней, растянутой зоне крыла, часто применяют пластичный сплав Д16Т, а в верхней, сжатой зоне — менее пластичный высокопрочный материал В95. Аналогичное соотношение есть и у легированных сталей ЗОХСНА (более пластичная) и ЗОХСНА (менее пластичная, но более прочная).

Простейший путь повышения ресурса состоит в снижении действующих напряжений от повторяющихся нагрузок за счет увеличения площади сечений элементов конструкции, что ведет к возрастанию массы. Тем не менее этот путь широко используется, так как непосредственно повышает долговечность конструкции.

Для снижения концентрации напряжений в проектируемой конструкции следует избегать резких изменений толщин, уменьшать количество отверстий в напряженных элементах, предусматривать другие конструктивные и технологические методы. Например, клеевые соединения, обеспечивающие при передаче нагрузки распределение ее по поверхности, имеют преимущество перед точечными соединениями.

Рассматривая варианты конструкции при проведении проекторочных расчетов, следует учитывать тип крепления агрегата к другой части самолета. Наименьшее утяжеление за счет разъемного стыка получается, когда тип стыка соответствует конструктивно-силовой схеме агрегата, например, лонжеронное крыло и точечный стык, кес-

сонное или моноблочное крыло и контурный стик. Современная тенденция конструирования состоит в росте монолитности и уменьшении количества стыков и разъемов крыла, фюзеляжа, оперения и даже в отказе от них с целью уменьшения массы конструкции и повышения ее долговечности.

Полученные в результате проектировочных расчетов размеры сечений элементов предопределяют теоретически минимальную массу конструкции. Приближение массы реальной конструкции к минимально возможной массе зависит от степени конструктивной ее проработки. Спроектированная конструкция подвергается поверочному расчету на прочность, и, если запасы прочности элементов получаются завышенными, следует провести доработку конструкции.

2.3. ЭСКИЗНАЯ РАЗРАБОТКА ВАРИАНТОВ КОНСТРУКЦИИ

Процесс разработки обычно состоит из двух этапов: эскизной и рабочей компоновки. В эскизной компоновке разрабатывают основную схему, выполняя несколько вариантов конструкции агрегата. На основании анализа эскизной компоновки и данных проектировочного расчета составляют рабочую компоновку, уточняющую конструкцию агрегата.

Конструкция агрегата должна рассматриваться не только с точки зрения выполнения функционального назначения и работоспособности под нагрузкой, получения наименьшей ее массы, обеспечивающей требования ресурса, но и с позиции удовлетворения требованиям эксплуатации, минимальной трудоемкости и стоимости. Это в свою очередь определяется выбором не только рациональной конструктивно-силовой схемы и материалов, но и рационального членения, способов соединения, а также приспособленностью к высокомеханизированному и автоматизированному производству.

Возможных вариантов конструкции разрабатываемого агрегата может быть большое множество. С учетом того, что конструктивная схема агрегата определена либо заданием, либо в результате предварительных изысканий и проектировочных расчетов, количество вариантов значительно уменьшается и может быть ограничено вариантами членения конструкции, методов базирования и способов соединения элементов конструкции между собой.

Важным этапом конструктивной разработки агрегата является выбор рационального членения его на отсеки, узлы и панели. Членение вызывается конструктивными соображениями и требованиями производства и эксплуатации. На основании схемы членения устанавливаются виды конструктивных элементов агрегата, последовательность

технологического процесса сборки панелей, узлов, отсеков и агрегата в целом, виды соединений и стыков, определяется номенклатура крепежных нормалей. Рациональное членение создает также благоприятные условия для проведения регламентных работ и замены выработавших ресурс или поврежденных в эксплуатации узлов и элементов конструкции.

При разработке конструкции необходимо предусмотреть высокие эксплуатационные свойства ее. Это обеспечивается наличием удобных подходов для осмотра элементов конструкции, обслуживания и замены ответственных деталей, например тяг и кронштейнов проводки управления, подшипников поворотной оси стабилизатора, шарнирных соединений рулей. Для этой цели в конструкции агрегата предусматриваются эксплуатационные разъемы, люки, а иногда и целые съемные панели. При этом люки с быстрооткрываемыми замками предпочтительнее съемных носков крыла или оперения. Для осмотра стыковых узлов предусматриваются съемные ленты и зализы стыков, крепление которых следует производить при помощи быстрооткрываемых винтовых замков, а не на анкерных гайках.

Иногда эксплуатационные требования определяют конструктивно-силовую схему крыла, оперения или фюзеляжа. Например, наличие многочисленных эксплуатационных люков, съемных панелей, вырезов приводит к необходимости применения лонжеронной конструкции вместо кессонной. Однако конструктор обязан помнить, что всякий стик дает дополнительную массу, особенно если стик разъемный.

На конструкцию элементов агрегата влияет также выбор сборочных баз по взаимной координации деталей и узлов с последующей фиксацией и соединением при сборке. Наиболее распространенными являются способы сборки: с базированием по поверхности каркаса; с базированием по внешней поверхности обшивки; с базированием по внутренней поверхности обшивки; с использованием в качестве баз технологических отверстий. Выбор базирования в основном определяется требованиями к точности агрегата, но принимается во внимание принадлежность элементов агрегата к контурам аэродинамических обводов, разъемов, стыков, жесткость элементов, наличие доступа в зону сборки. В зависимости от способа сборки нервюры оперения или крыла, например, могут быть цельными или разрезными по хорде, с технологическими компенсаторами или без них.

Выбор вида и варианта соединений элементов, панелей, узлов и отсеков между собой производится с учетом конструкции, прочности и технологии. В первом приближении можно использовать прочност-

ные и весовые данные заклепочных, болтовых, клеевых и сварных соединений, а затем варианты соединений сравниваются по ресурсу и технологической себестоимости.

В процессе проработки конструкции и выбора соединений необходимо учитывать также вопросы герметичности, удобства подходов для выполнения соединений. Количество типоразмеров крепежных деталей должно быть минимальным. Это позволит снизить количество необходимого инструмента и уменьшить трудоемкость технического обслуживания и ремонта самолета.

Полная разработка вариантов необязательна. Обычно достаточно карандашных набросков от руки на миллиметровке, чтобы получить представление о перспективности варианта. Но следует каждый вариант рассматривать в общей логической схеме всего агрегата. При эскизной разработке конструкции надо идти от общего к частному, а не наоборот. Выяснение мелких подробностей конструкции отдельных узлов, панелей на этом этапе излишне, так как отвлекает внимание от основных задач компоновки.

Выполнив эскизы различных вариантов членения, базирования и соединения конструкции, отличающихся различными характеристиками массы, ресурса, надежности, технологичности, выбор окончательного варианта для дальнейшей разработки в общем случае следует производить сравнивая эффективность конструкций, но это очень трудоемкий и сложный процесс. В курсовом проекте разрешается производить выбор варианта для дальнейшей разработки по согласованию с руководителем проектирования, основываясь на всестороннем и многообразном анализе и обсуждении конструкции.

2.4. РАЗРАБОТКА СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА АГРЕГАТА

Определив окончательный вариант основных конструктивных элементов и технологического процесса сборки, приступают к компоновке и оформлению сборочного чертежа (чертежа I).

Агрегат на чертеже, как правило, изображается в одной боковой или плановой проекции с продольным разрезом либо при условно снятой обшивке. Основная проекция выполняется в одном из предпочтительных масштабов, рекомендуемых ГОСТ 2.301-68: 1:1, 1:5, 1:10, 1:20. Выбор масштаба зависит от размера агрегата, но основная проекция должна быть довольно крупной, так как изображаемый сборочный чертеж одновременно должен выполнять и некоторые функции теоретического чертежа, а также показывать особенности конструкции агрегата в целом.

На основной проекции должны быть показаны габаритные размеры и размеры, необходимые и достаточные для построения этой проекции, оси и их координаты лонжеронов, продольных стенок, стрингеров, ребер монолитных панелей, нервюр или шпангоутов, крошителей подвески рулей или других частей, оси крепления агрегата к другим частям самолета, размеры, необходимые для сборки и установки агрегата. Допускается вычерчивание теоретического чертежа в уменьшенном масштабе отдельно от основной проекции или на отдельном чертеже.

Должны быть также ясно показаны отдельные отсеки, узлы и панели агрегата, стыки обшивки, расположение бустеров, приводов и других готовых изделий, габариты люков. При наличии подвижных частей агрегата показывается кинематика их движения.

Конструктивные элементы агрегата и их силовая увязка показываются с помощью необходимого количества видов, разрезов и сечений. Использование масштаба 1:2 и 2:1 в чертеже курсового проекта запрещается, поскольку конструкция, изображенная на чертеже в этом масштабе, оставляет впечатление выполненной в натуральную величину, что не вырабатывает у студента представления о реальных размерах.

В первую очередь изображаются поперечные сечения, необходимые для выявления сборки агрегата. Например, для крыла, оперения, рулей дается полное сечение по хорде с видом на усиленную нервюру, показывающее формы и расположение всех силовых элементов. Если масштаб этих сечений не удастся сделать 1:1, то делаются выноски сечения в натуральном виде, например, места соединения носка крыла с центральной частью, перестыковки нервюры с лонжеронами, крошителя навески элерона или закрылка с лонжероном и нервюрой. Здесь же показываются разрезы по нервюре с видом на стрингеры, расположенные до нервюры и после нее, с изображением перестыковки стрингера на нервюре или стыковки панелей.

Затем на чертеже в выносках, разрезах и видах в масштабе 1:1 или 1:5 изображаются узлы крепления агрегата к другим частям самолета, а также соединения силовых элементов агрегата, по которым передается нагрузка, с узлами крепления. Конструкция стыковых узлов должна быть разработана с учетом взаимозаменяемости агрегатов. Если проектируется цельноповоротное горизонтальное оперение, то показывается установка и крепление поворотной оси на агрегате или ее крепление на фюзеляже или киле. Должно быть четко показано, через какие конструктивные элементы передаются

нагрузки с основной части оперения на поворотную ось или как происходит силовая уязвка поворотной оси с конструкцией оперения. Показывается установка и конструкция люков, через которые производится осмотр и обслуживание узлов крепления.

Далее на чертеже изображаются типовые соединения стрингера на нормальной нервюре или шпангоуте, соединения отдельных секций носка или хвостовиков крыла или стабилизатора по размаху, соединения законцовки и хвостовика с основной конструкцией; продольные и поперечные стыки панелей; формы нервюр или шпангоутов; заделка и усиление местных вырезов и т.п.

Необходимо также показать на чертеже особенности конструкции, например, узлы подвески двигателей, спускоустановок, рулей, которые не были показаны на основных поперечных сечениях, расположение и крепление качалок проводки управления, бустеров, приводов, а также люки для их обслуживания. При необходимости размещения силовых цилиндров приводов за обводами крыла или фюзеляжа показываются обтекатели, закрывающие указанные элементы и их крепление.

При выполнении сборочного чертежа необходимо предусмотреть удобство сборки в стапеле или приспособлении, проработать подходы к местам неразъемных соединений в период их выполнения, возможности последующей установки различных кронштейнов, узлов подвески и т.п.

Наконец, необходимо тщательно выбирать и проставлять стандарты и нормали крепежа (болтов, гаек, шайб, заклепок), предусматривая нанесение герметиков, тепло- и звукоизоляции. Должна быть предусмотрена и при необходимости показана контровка всех резьбовых соединений. На чертеже показываются типовые соединения токопроводящих перемычек для снятия статического электричества.

На сборочном чертеже проставляются позиции узлов, деталей, нормалей и готовых изделий, поступающих на сборку по данному чертежу. Эти позиции даются в тех местах, где указанные элементы изображены конструктивно более отчетливо.

На поле чертежа пишется примечание, содержащее пояснение и инструкции, необходимые для сборки. При необходимости здесь же даются характеристики агрегата или требования к нему в целом.

Все поле чертежа разбивается на зоны формата II. Все виды, разрезы, выноски и сечения должны иметь зонную адресацию.

К чертежу составляется спецификация, которая выполняется на отдельных листах формата II и вкладывается в пояснительную записку. Допускается помещать спецификацию на листе сборочного чертежа

справа от линии рамки чертежа (сам чертеж может быть уменьшен на ширину спецификации).

Чертеж должен иметь штамп, где указываются название агрегата, номер чертежа, масштаб основной проекции, фамилия студента и руководителя проектирования.

2.5. ОШИБКИ И НЕДОРАБОТКИ, ВСТРЕЧАЮЩИЕСЯ В КУРСОВЫХ ПРОЕКТАХ И ПРИ ИХ ЗАЩИТЕ

1. Незнание функционального назначения проектируемого агрегата, особенностей его конструкции, применяемых конструктивно-силовых схем. Например, почему применяется цельноповоротное горизонтальное оперение, от чего зависит положение оси вращения, преимущества и недостатки прямой и стреловидной оси вращения, какие существуют конструктивно-силовые схемы ЦПО и каковы их особенности.

2. Незнание нагрузок, действующих на агрегат, их определения и передачи через силовые элементы агрегата. Уровень действующих и разрушающих напряжений.

3. Недостаточная конструкторская проработка проекта: недостаточное или излишнее количество проекций, сечений или другой графической информации, поясняющей конструктивные решения агрегата в целом, отдельных отсеков, узлов, панелей, деталей; не показаны соединения отдельных отсеков и узлов между собой, стыки панелей; не изображены готовые изделия и их крепления на агрегате; не показаны люки для осмотра и обслуживания узлов крепления, осмотра и замены подшипников; не показана кинематика подвижных частей агрегата.

4. Недостаточная проработка вопросов сборки агрегата и узлов: отсутствие мест, необходимых для закладки болтов, нет подходов для клепки, завинчивания гаек, нет контровки резьбовых соединений. Не указаны примечания о совместной обработке деталей.

5. Неправильное или неполное обозначение нормалей крепежа. Неправильное назначение нормалей (например, для болтов, работающих на срез, подобраны высокие корончатые гайки, а для болтов, работающих на растяжение, — низкие гайки и т.п.).

6. Использование деталей, выполняемых по чертежу, вместо входящих деталей или нормализованных.

7. Неправильный выбор материала детали, способа термообработки, чистоты поверхности обработки, покрытий. Неправильный выбор способа изготовления детали (например, деталь, воспринимаю-

щя ударные нагрузки, делается литой вместо штампованной). При использовании литья и штамповки в деталях не предусматриваются уклоны, радиусы скруглений. В деталях каркаса неправильно показывается подсечка профилей и листов, неверно выбираются радиусы гиба. Отсутствие условных изображений конусности, уклонов, непараллельностей, подсечек, отбортовок.

8. Неправильная простановка размеров: размеры в сборочных чертежах не обеспечивают сборку, размеры на чертежах деталей не обеспечивают их изготовление. Отсутствуют габаритные размеры. Излишнее количество размеров, дублирующих друг друга. Отсутствие четкого представления о базах изготовления детали и, соответственно, хаотичность размеров.

9. Дефекты черчения: небрежность вычерчивания дуг скругления, проточек под резьбу, галтелей, неправильная штриховка, шрифты и линии чертежа не соответствуют ГОСТ 2.303-68, неправильно даны линии перехода. Детали вычерчиваются не в рабочем положении. Не используются условные обозначения крепежа в проекциях мелкого масштаба.

10. На чертежах в примечаниях отсутствуют подписи производственного характера.

11. Несоблюдение требований ЕСКД на оформление чертежей.

12. Небрежность выполнения пояснительной записки: не указан номер варианта, неаккуратно изображены схема агрегата и эпюры нагрузок, отсутствие эскизов при выполнении расчетов, графический материал оформлен не карандашом. Содержание записки не соответствует требованиям.

Глава III. НЕКОТОРЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

3.1. ОБОЗНАЧЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ ИЗДЕЛИЙ ОСНОВНОГО ПРОИЗВОДСТВА

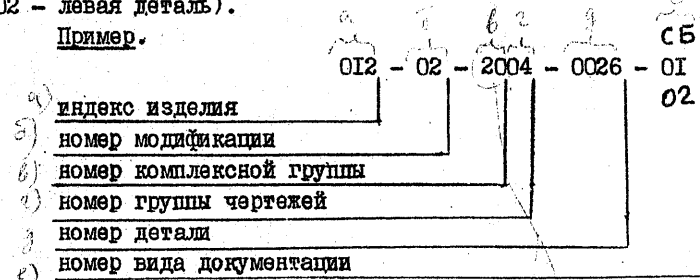
Для летательных аппаратов и наземного оборудования устанавливается предметная система обозначения чертежей, согласно которой чертежи деталей, узлов, подгрупп и комплексных групп (за исключением стандартных и нормализованных) обозначаются в пределах конкретного изделия с включением индекса изделия.

Основное обозначение (номер) чертежа состоит из следующих частей:

а) индекса изделия - одна или несколько букв, цифр или их сочетание; для курсового проекта индексом являются буквы "КП";
18

- б) номера модификации изделия;
- в) номера комплексной группы - две цифры;
- г) номера группы - две цифры;
- д) порядкового номера детали или узла - четыре или пять цифр; для сборочных чертежей последняя цифра - 0;
- е) вида документации (СБ - сборочный, ОI - правая деталь, О2 - левая деталь).

Пример.



В соответствии с нормалью 57А0 для конструктивных комплексных групп каркаса самолета установлены следующие номера:

Наименование комплексных групп	Номер комплексных групп	Наименование комплексных групп	Номер комплексных групп
<u>Корпус (фюзеляж)</u>		<u>Органы управления и аэродинамические устройства</u>	
1-я часть корпуса	01	Оперение	30
2-я часть корпуса	02	Стабилизатор	31
3-я часть корпуса	03	Руль высоты	32
<u>Центроплан</u>		Руль направления	33
Центроплан	10	Киль. Форкиль	34
1-я часть центроплана	11	Элероны. Элевоны. Интерцепторы	35
2-я часть центроплана	12	Предкрылки. Отклоняющиеся носовые и хвостовые части крыла (закрылки, щитки и т.д.)	37
<u>Несущие поверхности</u>		Воздушные тормоза	38
Крыло	20		
1-я часть крыла	21		
2-я часть крыла	22		

с.л. стр. 21 в кон. группе

3.2. НОРМАЛЬНЫЕ ДИАМЕТРЫ И ДЛИНЫ

В целях уменьшения до минимума номенклатуры режущего инструмента, калибрового хозяйства и другой технической оснастки при назначении длин и диаметров необходимо руководствоваться ГОСТ 6636-69. В нем приводится номенклатура нормальных линейных размеров и диаметров.

В таблице приведена подборка размеров, наиболее широко используемых в конструкциях каркаса самолетов.

Нормальные диаметры и длины, мм	Шаг размеров
От 0,1 до 1,0	0,1; 0,2; 0,25; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1,0
Св. 1,0 до 6,0	Окончание цифр на 0; 2; 5 и 8
Св. 6,0 до 9,0	Окончание цифр на 0 и 5
Св. 9,0 до 40	Целые числа, кроме 29, 31, 37 и 39
Св. 40 до 500	Целые числа, оканчивающиеся на 0; 2; 5 и 8
Св. 500 до 1075	Целые числа, оканчивающиеся на 0 и 5

Рекомендуется назначать размеры:

в первую очередь - оканчивающиеся на 0;

во вторую - оканчивающиеся на 0 и 5;

в третью - оканчивающиеся на 0, 2, 5 и 8.

Пример. Первый отбор 30 и 40; второй - 30, 35 и 40; третий - 30, 32, 35, 38 и 40.

Использование других размеров должно иметь обоснование.

3.3. ДОПУСКИ И ПОСАДКИ В АГРЕГАТАХ КАРКАСА САМОЛЁТА

При назначении полей допусков размеров в соединениях агрегатов каркаса самолетов решающим вопросом является их обоснованное назначение. Они выбираются таким образом, чтобы обеспечить сохранение нормальной работоспособности, надежности и взаимозаменяемости деталей при сборке и ремонте в процессе эксплуатации. Для обеспечения наименьшей стоимости изготовления и сокращения сроков постройки самолета необходимо назначать наиболее свободные поля допусков.

Основной системой допусков является система отверстия (H).

Термины "размер отверстия" и "размер вала" охватывают категорию размеров, сходных соответственно с размерами отверстий или валов, которые могут быть замерены непосредственно или условно

20

калибрами-пробками или калибрами-скобами. Для размеров, которые не могут быть рассмотрены как "размер вала" или "размер отверстия", устанавливаются симметричные поля допусков со знаком плюс-минус.

Классные размеры назначаются только в тех случаях, когда поля допусков на размеры сопрягаемых деталей определяются специальными требованиями: работоспособностью соединения, ресурсом и др. В этом случае допуски назначаются в соответствии с рекомендациями по проектированию соединения.

В самолетостроении поля допусков на размеры назначаются в соответствии с ОСТИ 00233-77, являющимся отраслевым ограничителем стандартов СЭВ СТ СЭВ 144-75 и СТ СЭВ 145-75. Он не распространяется на подшипники, корпуса и валы под подшипники, шпонки, штифты, гнезда для них и некоторые другие элементы соединений, определяемые действующими нормативно-техническими документами.

Посадки квалитетов 7, 8 и 9 желательнее применять в сочетании с отверстиями H9. Отверстия H7 рекомендуется применять в сочетании с посадкой h8 при запрессовке втулок, имеющих наружный диаметр до 30 мм и длину до 10 мм.

Поверхности кадмированных и цинкованных деталей, сопрягающихся с отверстиями H7 и H9, рекомендуется изготавливать с допуском по f7 для обеспечения соединения без натяга.

Тонкостенные детали необходимо проверять на прочность, учитывая, что ДОПУСК ВСЕГДА ИДЕТ В ТЕЛО.

Обозначение допусков и посадок на чертежах дается только в соответствии с ОСТИ 00233-77.

Пример обозначения полей допусков сопрягаемых деталей диаметром 18 мм:

отверстия - $\varnothing 18H9$;
 вала - $\varnothing 18h8$;
 посадки - $\varnothing 18 \frac{H9}{h8}$.

Если размеры без полей допусков, так называемые "свободные", не оговариваются специальными стандартами, нормальными или техническими условиями, то они назначаются по отраслевому стандарту ОСТИ 00022-80. Он, в частности, распространяется на свободные размеры, получаемые следующими способами:

- механической обработкой на станках (фрезерном, токарном и т.п.) или ручной обработкой;

- холодной листовой штамповкой;

- холодной подштамповкой пресованных профилей (подсечки, малковки и т.п.);

21

- гибкой трубой на гибочных станках в холодном виде или с подогревом;
- сваркой или пайкой.

Глава IV. БОЛТОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

4.1. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ БОЛТОВ И ГАЕК

1. В болтовых соединениях следует применять, как правило, нормализованные и стандартизованные изделия. Лишь в исключительных случаях для особо ответственных соединений разрешается выпуск чертежей на болты.

2. Крепежные детали из сталей 25, 45, А12, 30ХГСА, 16ХСН применять в конструкциях с температурой до +250°C, причем:

- покрытие кадмием применять в воздушной среде;
- покрытие цинком - в среде топлива типа Т1.

3. Крепежные детали из нержавеющей сталей марок 07Х16Н6 и 14Х17Н2 пассивированные применять в конструкциях, требующих обеспечения повышенной коррозионной стойкости или работающих при температурах от +200 до +400°C; из стали марки 10Х11Н23Т3МР пассивированные применять только для работы при температурах от +200 до +400°C; из стали марки 10Х11Н23Т3МР пассивированные - только для работы при температурах от +400 до +700°C.

4. Титановые болты применять для работы на срез и в нерасчетных узлах при температуре до +130°C без ограничения длительности работы и до +200°C в течение 1000 часов.

Разрешается применение титановых болтов в неразъемных соединениях при работе на растяжение. При этом расчетные усилия на один болт не должны превышать 70% от расчетных разрушающих усилий, указанных в стандартах.

Кернить болты из титанового сплава НЕ РАЗРЕШАЕТСЯ. Их стопорение производится шплинтом в корончатую гайку.

5. Титановые болты и винты в пакет необходимо ставить на смазку.

Указание о применении требуемых смазок и герметиков должно быть приведено в сборочном чертеже.

6. В разъемных соединениях, соединениях с анкерными гайками или гаечными пластинами, а также в особо ответственных соединениях и при работе болта на разрыв применять только стальные болты.

Среда	Тип соединения	Температура, °C	Смазка крепежа
Воздух	Неразъемные	До +200	Сырой грунт ФЛ-086 ГОСТ 16302-70
		До +300	Эмаль ГФ-820 ТУ 6-10-982-75
Керосин	Разъемные	До +250 длительно До +300 кратковременно	ЦИАТИМ 201 ГОСТ 6267-74
		До +130 длительно До +150 кратковременно	Герметик У-30МЭС-5 ТУ 38-105462-72
Керосин	Разъемные	До 120 длительно До 150 кратковременно	Смазка ВНИИ НП-232 ГОСТ 14068-68

7. Ступенчатые болты применять только в шарнирных соединениях и разъемных соединениях, работающих на срез, в сочетании со шплинтуемыми корончатыми гайками.

8. Болты с направляющим конусом применять в соединениях с плавающими анкерными гайками.

9. Потайные болты по возможности применять с крестообразным шлицем. Применение прямого шлица допускается лишь при отсутствии нормали или стандарта с крестообразным шлицем.

10. Выбор полей допусков болта в неподвижных соединениях производится из условий его работы: только растяжение, только срез, сочетание среза и растяжения. При работе на растяжение рекомендуется применять болты с полем допуска h II, при работе на срез - болты с полем допуска h 9.

При работе на растяжение резьбовая часть болта может быть расположена в пакете как угодно глубоко; при работе на срез резьбовая часть должна заканчиваться под шайбой.

11. Высокие гайки применяются с болтами, работающими на растяжение, низкие гайки - с болтами, работающими только на срез. Головки этих болтов могут иметь уменьшенные размеры по высоте.

12. Для предотвращения заклинивания болтовых пар применяют следующие сочетания материалов болтов и гаек:

Материал болта	30ХГСА, 30ХГСНА	07ХГ6Н6 14ХГ7Н2 16ХГ1Н23ТЭМР	ВТ16
Материал гайки	30ХГСА	ХГ7Н5М3, ГХГ7Н2 Г6ХСН	ХГ7Н5М3 ГХГ7Н2, меденные

13. Анкерные гайки из Д19П, работающие на растяжение, рекомендуются клепать заклепками из АМг5П, работающие на срез, - из В65 или Д19П.

Анкерные самоконтрящиеся гайки из стали 14ХГ7Н2 применяются только для приварки к стальным конструкциям.

При проектировании болтовых соединений необходимо обеспечивать свободный доступ к гайкам и головкам болтов стандартными гаечными ключами. Минимальные расстояния от выступающих частей деталей до осей болтовых соединений регламентируются ГОСТ 13682-68 "Места под ключи гаечные".

Зев, отверстия ключа и размеры "под ключ" головок болтов, гаек и подобных им деталей назначаются по ГОСТ 6424-73.

4.2. РАСЧЕТНЫЕ РАЗРУШАЮЩИЕ УСИЛИЯ

Расчетные разрушающие усилия болтов, винтов и шпилек определяются по отраслевой нормали 2АР. В ней приводятся данные по разрушающим усилиям на разрыв и срез для различных сталей и сплавов в широком диапазоне температур.

Ниже приведены справочные данные по разрушающим усилиям для сталей 30ХГСА, ЭИ-481 и титанового сплава ВТ16 при температуре +20°C.

Резьба	Марка материала					Диаметр стержня, мм
	30ХГСА	14ХГ7Н2	ВТ16	30ХГСА	ВТ16	
	Расчетные усилия, даН					
	на разрыв		на срез			
М4		650	605	870	750	4
М5	1480	1100	1250	1370	1250	5
М6	2100	1550	1780	1970	1800	6
М8	3800		3210	3500	3250	8
М10	6000		5070	5490	5100	10
М12x1,5	8940			7900		12
М14x1,5	12500			10700		14
М16x1,5	17000			14000		16
М18x1,5	22200			17800		18
М20x1,5	28100			21900		20

4.3. ПОДБОР ДЛИН БОЛТОВ

Излишнее выступание концов болтов из гаек ведет к увеличению массы соединения. Подбор длины болтов к пакету для соединений деталей каркаса производится следующим образом: длина болта равна сумме толщин деталей пакета с учетом производственных погрешностей (0,4 мм при трехслойном пакете; 0,6 мм - при четырехслойном; 0,8 мм - при пятислойном; 0,6 мм - при шестислойном плюс высота гайки, плюс выступающий конец болта из гайки (1,2...2 мм для шага 1 мм; 2,5...3 мм для шагов 1,25 и 1,5 мм), длина болта округляется до целого числа.

Длина резьбовой части болтов

Длина резьбовой части болта, мм	Резьба				
	М5	М6	М8	М10	М12x1,5
Длинная	10	12	14	18	20
Короткая	8	9	11	13	15
Укороченная	6	7	8	10	11

4.4. ОТВЕРСТИЯ ПОД СТЕРЖНИ БОЛТОВ

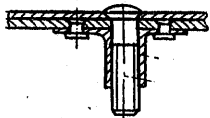
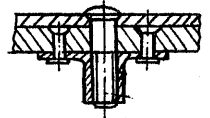
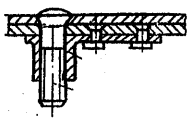
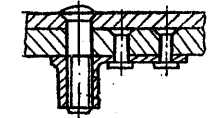
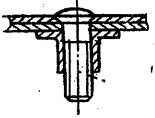
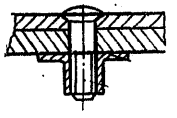
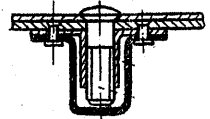
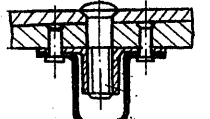
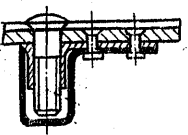
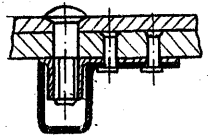
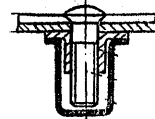
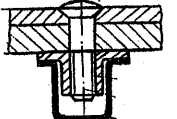
Отверстия под стержни болтов или подобных им деталей выполняются по ОСТ1 03813-75. При конструировании агрегатов самолета каркасного типа можно рекомендовать следующие поля допусков и чистоты обрабатываемых поверхностей:

Материал пакета	Поле допуска на стержень болта	Рекомендуемые	
		чистота поверхности отверстия	поле допуска на отверстие
Д16Т, 30ХГСА	h 11	Rz 30 ✓	H11, H12
	h 8, f 9, f 7, h 6	25 ✓	H7, H9
В95, 30ХГСА	h 12	25 ✓	H11, H12
	h 8, f 9, f 7, h 6	1,25 ✓	H7, H9
ВТ16	f 9	1,25 ✓	H7, H9

4.5. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ПОКРЫТИЙ КРЕПЕЖА.
УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ

Марка стали или сплава	Основной вид покрытия	Обозначение по ГОСТ 9791-68	Применение
20, 25, 45 30ХГСА, 30ХГСНА, 16ХСН 65Г, 38ХА	Цинковое	Ц	До +300°C в воздушной среде
	Кадмиевое	Кд	До +200°C и в среде топлива типа ТТ
07Х16Н6, 14Х17Н2, Х18Н10Т, 10Х17Н23ТЗМР	Пассивирование	Хим.Пас.	До +400°C и в агрессивной среде До +700°C и в агрессивной среде
07Х16Н6 14Х17Н2 Х18Н10Т	Медное	М	Для гаек к титановым болтам и винтам
ВТ16	Анодное оксидирование	БП	Для болтов в пакетах с деталями из магниевых сплавов, конструкционных и нержавеющей сталей
Алюминиевые сплавы Д16, Д19, В95, АК6, АЛ9 и др.	Анодное оксидирование с наполнением хромпиком	Ан.Окс.	Весь крепеж

4.6. КРЕПЛЕНИЕ СЪЕМНЫХ ПАНЕЛЕЙ САМОКОНТРАЩИМИСЯ ГАЙКАМИ

Тип гаек	Эскиз крепления	
Негерметичное исполнение		
Двух-ушковые		
Одно-ушковые		
Боковые		
Герметичное исполнение		
Двух-ушковые		
Одно-ушковые		
Боковые		

4.7. ШАЙБЫ
Подбор шайб

Диаметр болта, мм	Рекомендуемые размеры шайб, мм	
	Из стали	Из Д16
4	0,5 - 4-8	0,8 - 4 - 8
5	0,8 - 5 - 10	1 - 5 - 10
6	0,8 - 6 - 12	1 - 6 - 12
8	1 - 8 - 14	1,5 - 8 - 14
10	1 - 10 - 18	1,5 - 10 - 18
12	1,5 - 12 - 20	2 - 12 - 20
14	1,5 - 14 - 25	2 - 14 - 25
16	1,5 - 16 - 30	2 - 16 - 30

Пример обозначения шайбы толщиной 2 мм с внутренним диаметром 10 мм и наружным 20 мм: шайба 2 - 10 - 20.

Материалы и покрытия наиболее ходовых шайб

Обозначение	3401А	3402А	3405А	3406А
Материал	Д16АТ	20	30ХГСА	Х18Н10Т-М Х18Н9Т-М
Покрытие	Анодное оксидирование	Цинкование	Без термообработки и покрытия	

4.8. СТОПОРЕНИЕ (КОНТРОВКА) БОЛТОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Типы стопорения (контровки) болтовых соединений в конструкциях каркасного типа (из ОСТ I 39502-72)

Тип стопорения, эскизы	Применение	
	1	2
Шплинты ГОСТ 379-79 Тип А		Для крепления в кабинах и особо ответственных соединениях
Шплинты ГОСТ 379-79 Тип Б		Для крепления вне кабин, кроме особо ответственных соединений (основной тип крепления шплинтами)
Самоконтрящиеся шестигранные гайки		Для любых креплений; высокие - для болтов, работающих на растяжение, низкие - работающих на срез
Самоконтрящиеся анкерные гайки		Для любых креплений
Самоконтрящиеся герметические гайки		Для герметичных соединений
Самоконтрящиеся гайки, плавающие в обойме		Для несилловых креплений

1	2						
Лента с самоконтрающимися гайками	Для несильных креплений						
Контрольные шайбы	Для крепления неразъемных соединений, не подверженных крутящим нагрузкам от трения						
Кернение с торца	Для неразъемных соединений, не подверженных крутящим нагрузкам от трения. При выступании болта на 0,5...1,5 шага резьбы. После кернения торец болта покрывается грунтовкой АК-070						
<p>Глубина кернения $0,5S \pm 1,5S$</p> <p>$0,5S \pm 1,5S$</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Торцевая часть закерненной болта</th> <th>Диаметр резьбы болта и гаек, мм</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>от 4 до 8</td> </tr> <tr> <td></td> <td>свыше 8</td> </tr> </tbody> </table>	Торцевая часть закерненной болта	Диаметр резьбы болта и гаек, мм		от 4 до 8		свыше 8
Торцевая часть закерненной болта	Диаметр резьбы болта и гаек, мм						
	от 4 до 8						
	свыше 8						
Кернение боковых	Для соединений, не подверженных крутящим нагрузкам от трения. При невозможности кернения с торца и выступании болта более чем на 1,5 шага резьбы. После кернения торец болта покрывается грунтовкой АК-070						
<p>$\geq 1,5S$</p> <p>Глубина кернения $S \pm 1,5S$</p> <p>$30^\circ \pm 15^\circ$</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Торцевая часть закерненной болта и гаек</th> <th>Диаметр резьбы болта и гаек, мм</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>от 4 до 8</td> </tr> <tr> <td></td> <td>свыше 8</td> </tr> </tbody> </table>	Торцевая часть закерненной болта и гаек	Диаметр резьбы болта и гаек, мм		от 4 до 8		свыше 8
Торцевая часть закерненной болта и гаек	Диаметр резьбы болта и гаек, мм						
	от 4 до 8						
	свыше 8						

Основной вид стопорения гаек шплинтами - тип Б. В особо ответственных случаях применяется стопорение типа А. В технических требованиях чертежа необходимо указывать:

"Стопорение шплинтами тип А по ОСТ 39502-72" или

"Стопорение шплинтами тип Б по ОСТ 3950-74".

Размеры шплинтов для стопорения определяются по таблице.

Резьба	M5	M6	M8	M10	M12x1,5	M14x1,5
Шплинтовка тип А	1,5-15	1,5-20	2-20	2,5-25	2,5-30	2,5-30
Шплинтовка тип Б	1,5-15	1,5-15	2-15	2-20	2,5-25	2,5-25

Подсчет длины болта с отверстием под шплинт производится по ОСТ 39502-72 и уточняется по сортаменту болтов.

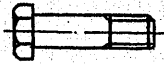
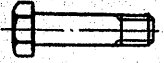
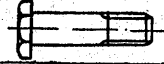
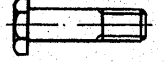
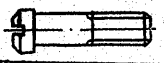
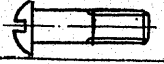
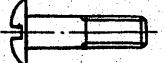
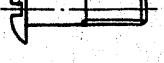
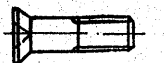
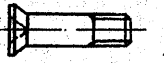
4.9. ОСНОВНЫЕ ДАННЫЕ ОТРАСЛЕВОГО СОРТАМЕНТА НА БОЛТЫ, ШАЙБЫ И ГАЙКИ

Отраслевой сортамент содержит широкую номенклатуру болтов, винтов и гаек различных типоразмеров, используемых для различных видов болтовых соединений в авиационной технике. Он охватывает крепежные детали для болтов диаметром 3...24 мм, используемых в соединениях листовых пакетов в высоконагруженных элементах конструкций, креплениях крошителей, фитингов и других силовых деталей, креплениях в стыковых узлах, элементах подвижных и подшипниковых соединений, соединениях элементов каркаса, креплениях обшивок, люков и других случаях.

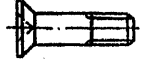
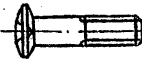
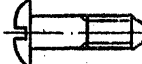
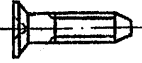
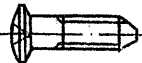
В таблице приведен перечень болтов, гаек и шайб, наиболее часто используемых в конструкциях каркасного типа.

Наименование	Эскиз	Посадка	Марка материала	Обозначение стандарта
1	2	3	4	5
С длинной резьбовой частью		h12	30ХГСА	ОСТ 3И103-80
			I4X17H2	ОСТ 3И104-80
		f9	30ХГСА	ОСТ 3И124-80
			ВТ16	ОСТ 10829-72
С короткой резьбовой частью		f9	30ХГСА	ОСТ 3И125-80
			I4X17H2	ОСТ 3И126-80

Продолжение

1	2	3	4	5
Уменьшенного размера "под ключ" и короткой резьбовой частью		h12	30ХГСА	ОСТ1 3И120-80
Уменьшенного размера "под ключ" и укороченной резьбовой частью		h12	I4X17H2	ОСТ1 3И122-80
		f9	30ХГСА	ОСТ1 3И129-80
			I4X17H2	ОСТ1 3И130-80
Для шарнирных соединений		f7	30ХГСА	ОСТ1 3И133-80
			I4X17H2	ОСТ1 3И134-80
С уменьшенной шестигранной головкой и короткой резьбовой частью		h8	30ХГСА	ОСТ1 3И132-80
			ВТИ6	ОСТ1 I0831-72
		p6	30ХГСА	ОСТ1 3И138-80
			ВТИ6	ОСТ1 I0830-72
С цилиндрической головкой		h12	30ХГСА	ОСТ1 3И139-80
			I4X17H2	ОСТ1 3И140-80
С полукруглой головкой		h12	30ХГСА	ОСТ1 3И149-80
			I4X17H2	ОСТ1 3И150-80
С плосковыпуклой головкой		h12	30ХГСА	ОСТ1 3И155-80
			I4X17H2	ОСТ1 3И156-80
С уменьшенной плосковыпуклой головкой		h9	ВТИ6	ОСТ1 I0837-72
С потайной головкой 90° и длинной резьбовой частью		h12	30ХГСА	ОСТ1 3И167-80
			I4X17H2	ОСТ1 3И168-80
		f9	30ХГСА	ОСТ1 3И184-80
			ВТИ6	ОСТ1 I0832-72
С потайной головкой 90° и укороченной резьбовой частью		p6	I4X17H2	ОСТ1 3И190-80





Продолжение

1	2	3	4	5
Болты				
С потайной головкой 90° и короткой нарезной частью		h8	30ХГСА	ОСТ1 3И180-80
			ВТИ6	ОСТ1 I0833-72
С полупотайной головкой 120°		h11	30ХГСА	ОСТ1 3И195-80
			I4X17H2	ОСТ1 3И196-80
		f9	ВТИ6	ОСТ1 I0836-72
С плосковыпуклой головкой и направляющим конусом		h11	30ХГСА	ОСТ1 3И158-80
С потайной головкой 90° и направляющим конусом		h11	30ХГСА	ОСТ1 3И178-80
		h8	ВТИ6	ОСТ1 I0835-72
С полупотайной головкой 120° и направляющим конусом		h11	30ХГСА	ОСТ1 3И202-80
		h8	ВТИ6	ОСТ1 I0574-72



Гайки разные

Наименование	Эскиз	Марка материала	Обозначение
1	2	3	4

Гайки шестигранные несамоконтрящиеся

Высокие		30ХГСА	3302А
		I4X17H2	3303А
Низкие		30ХГСА	3315А
		I4X17H2	3311А
Корончатые усиленные		30ХГСА	3327А
		I4X17H2	3328А
Прорезные низкие		30ХГСА	3346А
		I4X17H2	3342А

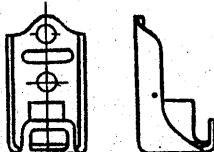
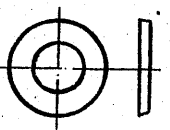
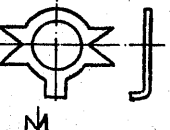
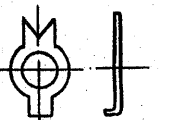
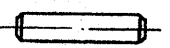
Гайки шестигранные самоконтрящиеся

Высокие		30ХГСА	3373А
		07Х16Н6	5970А
Низкие		30ХГСА	3374А
		07Х16Н6	5975А

Продолжение

1	2	3	4
Гайки самоконтрящиеся неподвижные			
Двухшковые		16XСН	3381А
То же для приварки		14X17H2	155Н1035
Одношковые		16XСН	3382А
То же для приварки		14X17H2	155Н1037
Угловые		16XСН	3384А
Гайки самоконтрящиеся герметические			
Двухшковые		-	3295А
Одношковые		-	3297А
Угловые		-	3299А
Гайки самоконтрящиеся, плавающие в обойме		-	3385А
Гайки самоконтрящиеся для крепления съемных панелей			
Двухшковые		16XСН	155Н1260
Одношковые		16XСН	155Н1263
Угловые		16XСН	

Продолжение

1	2	3	4
Гайки самоконтрящиеся на кронштейне		Гайки из 30ХГСА, кронштейн из Д16Т	3365А
		Гайки из 30ХГСА, кронштейн из 31873	3392А
Шайбы. Шплинты. Штифты			
Наименование	Эскиз	Марка материала	Обозначение
1	2	3	4
Шайбы			
Подкладные		Д16АТ	3401А
		30ХГСА	3405А
		Х18Н10Т-М	3406А
Контрольные		20	3451А
		Х18Н10Т-М	3452А
		20	3455А
		Х18Н10Т-М	3456А
		20	3459А
		Х18Н10Т-М	3460А
Шплинты		ст. 3	ГОСТ 397-79
		Х18Н10Т	
Штифты цилиндрические		45	3480А
		30ХГСА	3482А

Глава V. ЗАКЛЕПОЧНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

5.1. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ЗАКЛЕПОК

Заклепки для прессовой и ударной клепки (простые заклепки)

1. Конструкция агрегатов должна обеспечивать выполнение заклепочных соединений с применением клепаных прессов и скоб. Ручная клепка пневмомолотками допускается для заклепок диаметром до 4 мм включительно, но не более 5...8% от общего количества заклепок. Клепка стальных заклепок любого диаметра должна проводиться исключительно прессовым способом.

2. Детали внутреннего набора рекомендуется соединять заклепками с плоской головкой, позволяющими производить их групповую клепку.

Для ручной клепки внутреннего набора используются заклепки с полукруглой головкой. Эти заклепки разрешается применять взамен заклепок с плоской головкой без изменения чертежей.

Заклепки с потайной головкой 90° используются при клепке обшивок на внешней поверхности. Заклепки с уменьшенной плосковыпуклой головкой рекомендуется применять взамен потайных для клепки по внешней поверхности обшивок толщиной 0,8 мм и менее при скоростях полета менее 500 км/ч.

Заклепки с потайной головкой 120° могут применяться для клепки обшивок толщиной до 1,0 мм включительно с обязательной подштамповкой лунок.

3. Заклепки из сплава АМг5П применяются для клепки деталей из литых алюминиевых и магниевых сплавов с предельной температурой до 100°С.

Заклепки из Д18П используются для клепки деталей из сплава Д16Т или ему подобных. Предельная температура применения заклепок 150°С.

Заклепки из В65 применяются для клепки деталей из сплава В-95 или ему подобных с предельной температурой работы до 100°С.

Заклепки из Д19П устанавливаются в свежезакаленном состоянии. Их применение ограничено конструкциями, подвергающимися технологическому или эксплуатационному нагреву до температуры 250°С.

4. При выполнении соединения отверстие под заклепку должно быть на 0,1 мм больше диаметра ее стержня.

При установке заклепок с потайными головками 90 или 120° верхняя поверхность закладной головки должна выступать над поверхностью пакета на 0,2 мм.

Специальные заклепки

К ним относятся заклепки с сердечником и заклепки высокого сопротивления срезу. Они устанавливаются в конструкцию в тех случаях, когда при выполнении соединений обычными заклепками не обеспечивается механизированная клепка, а применение болтов ведет к увеличению массы соединения.

Заклепки с сердечником из алюминиевого сплава устанавливаются в местах с односторонним подходом.

Не рекомендуется применение этих заклепок:

- в соединениях пограничных швов гермокабины и гермоотсеков фюзеляжа, а также топливных отсеков-кессонов;
- в местах, где заклепки недоступны осмотру;
- в соединениях с потайной головкой, когда на заклепанном листе остается цилиндрический поясok менее 0,3...0,4 мм.

Типоразмеры, разрушающие усилия и массы заклепок приведены в отраслевых стандартах на них.

Технические условия - по ОСТИ 00656-74.

Отверстие под заклепку выполняется на 0,05...0,1 мм больше диаметра ее стержня.

Заклепки высокого сопротивления срезу устанавливаются в местах с односторонним подходом. Типоразмеры, разрушающие усилия и массы заклепок приведены в отраслевых стандартах на них.

Перед сборкой заклепочных соединений производится смазка корпуса, винта и кольца заклепки раздельно смазкой по ОСТИ 00647-73.

Технические условия - по ОСТИ 00647-73.

Отверстие под заклепку выполняется по Н9 или Н11.

5.2. ШАГИ ЗАКЛЕПОК В ШВАХ

ОСТИ 00016-71 "Шаги заклепок в швах" распространяется на шаги заклепок в заклепочных швах соединений деталей каркасов и обшивок, исключая крепление готовых изделий, а также штампованных, литых и механически обработанных деталей и узлов, где расположение заклепок определяется конструкцией узлов. Выбор параметров стандартного заклепочного шва производится конструктором на основе расчетов на прочность.

Шаги заклепочных швов, мм: 12,5; 15; 17,5; 20; 25; 30; 35; 40; 50; 60.

Последняя заклепка в ряду ставится по условиям конструкции. Если расстояние от нее до ближайшей заклепки в шве не превышает 1/3 примененного шага, то дополнительная заклепка не ставится. Если это расстояние больше, то ставится дополнительная заклепка на половине этого расстояния.

5.3. РАЗРУШАЮЩИЕ УСИЛИЯ ЗАКЛЕПОК

Заклепки для прессовой и ударной клепки

Нормаль ЗАР "Заклепки. Расчетные данные" распространяется на заклепки для прессовой и ударной клепки. В ней приводятся расчетные разрушающие усилия на срез по одной плоскости для заклепки из алюминиевых сплавов АМГ5П, Д18П, В65, Д19П и сталей 10, 15, 1Х18Н9, 20ГА и 30ХГСА, а также расчетные разрушающие усилия на смятие под заклепкой для листов различной толщины из магниевого сплава МА8, алюминиевых сплавов Д16АТ, В95АТ и сталей 20 и 30ХГСА.

В таблице приведены справочные данные из нормаль ЗАР по разрушающим усилиям на срез для заклепок из Д18П и смятия для листов из Д16АТ.

Диаметр стержня заклепки, мм	Разрушающее усилие на срез заклепки из Д18П, даН	Разрушающее усилие на смятие, даН							
		при толщине листа из Д16АТ, мм							
		0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5 и выше		
2,6	106	78	94	Разрушающая нагрузка для листов вне оттененных граф определяется усилием среза односрезной заклепки					
3,0	141	90	108						
3,5	192	105	126					168	
4,0	251	120	144					192	240
5,0	393							240	300
6,0	565			336	420	504			

Специальные заклепки

Разрушающие усилия для специальных заклепок - высокого сопротивления срезу и заклепок с сердечником - приведены в отраслевых стандартах на эти заклепки.

В таблице даны разрушающие усилия на срез для односрезного шва и на отрыв по этим стандартам.

Диаметр стержня заклепки, мм	Разрушающее усилие, даН, не менее		Стандарт на заклепку
	На срез	На отрыв	
Заклепки высокого сопротивления срезу			
5,0	1100	500	ОСТ1 И1204-73
6,0	1600	850	ОСТ1 И1206-73 ОСТ1 И1200-73;
Заклепки с сердечником из алюминиевого сплава			
3,5	230	130	ОСТ1 И1296-74
4,0	330	150	ОСТ1 И1299-74
5,0	540	200	ОСТ1 И1301-74

5.4. ПОДБОР ДЛИН ЗАКЛЕПОК

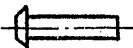
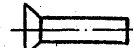
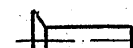
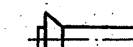
Нормаль И79АТ распространяется на заклепки для прессовой и ударной клепки. В таблице приведены данные из нормаль для диаметров заклепок и толщин пакетов, наиболее часто применяемых в конструкциях каркасного типа различных агрегатов самолетов.

д/закл.	2	2,6	3	3,5	4	5	6	8	д/закл.
Закл.	Длина заклепок								Закл.
1		4	5	6	7	8			1
2	4	5	6	7	8				2
3	5	6	7	8	9	10			3
4	6	7	8	9	10	11			4
5	7	8	9	10	11	12	14		5
6	8	9	10	11	12	13	15		6
7	9	10	11	12	13	14	16		7
8	10	11	12	13	14	15	17		8
9	11	12	13	14	15	16	18		9
10	12	13	14	15	16	17	19		10
11	13	14	15	16	17	18	20		11
12	14	15	16	17	18	19	22		12
13	15	16	17	18	19	20	24		13
14	16	17	18	19	20	22	26		14
15	17	18	19	20	22	24	28		15
16	18	19	20	22	24	26	30		16
17	19	20	22	24	26	28			17
18	20	22	24	26	28				18
19		22	24	26	28				19
20			24	26	28				20

Подбор длины заклепки. Приложить линейку к делению шкалы, соответствующему толщине пакета; цифра в прямоугольнике - нужная длина заклепки.

5.5. ОСНОВНЫЕ ДАННЫЕ ОТРАСЛЕВОГО СОРТАМЕНТА НА ЗАКЛЕПКИ

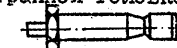
Заклепки для прессовой и ударной клепки

Тип заклепки, эскиз	Материал	Обозначение
С плоской головкой (ЗП) 	В65 АМг5П Д18П Д19П	3501А 3502А 3503А 3505А
С потайной головкой 90° (ЗУ) 	В65 АМг5П Д18П Д19П	3531А 3532А 3533А 3534А
С потайной головкой 120° (ЗУ ₁₂₀) 	В65 АМг5 Д18П Д19П	3547А 3548А 3549А 3550А
С потайной головкой 90° и компенсатором 	В65	ОСТ1 I2020-75

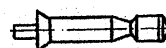
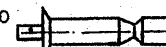
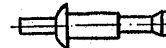

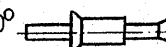
Примеры обозначения:

- заклепки с плоской головкой из В65 диаметром 4 мм и длиной 14 мм: заклепка 4-12 - ОСТ1 I2020-75;
- заклепки с потайной головкой 90° и компенсатором диаметром 4 мм и длиной 12 мм: заклепка 4-12 - ОСТ1 I2020-75.

Заклепки высокого сопротивления срезу

Тип заклепки, эскиз	Обозначение
I 	2 ОСТ1 II200-73

Продолжение

I	2
С потайной головкой 90° 	ОСТ1 II204-73
С потайной головкой 120° 	ОСТ1 II206-73
Заклепки из алюминиевого сплава с сердечником	
Тип заклепки, эскиз	Обозначение
С плоскоскругленной головкой 	ОСТ1 II29674
С потайной головкой 90° 	ОСТ1 II299-74
С потайной головкой 120° 	ОСТ1 II301-74

Примеры обозначения:

- заклепки высокого сопротивления срезу с шестигранной головкой типоразмера 2: заклепка 2-ОСТ1 II200-73;
- заклепки из алюминиевого сплава с сердечником с плоско-выпуклой головкой типоразмера 7 с анодированным корпусом: заклепка 7-1-ОСТ1 II296-74.

Глава VI. РЕКОМЕНДАЦИИ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ДЕТАЛЕЙ КАРКАСА

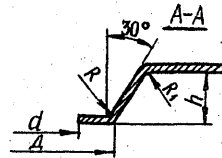
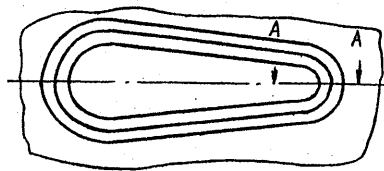
6.1. ДЕТАЛИ ИЗ ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА

1. Плоские детали из листов Д16АТ, Д19АТ и аналогичных им, имеющие борта, а также отверстия облегчения с отбортовками, должны проектироваться под штамповку - гибку резиной на гидравлических прессах.

Отбортовки с отверстиями выполняются по нормам I6ОСТ53, а глухие - по нормам I6ICT53.

2. Отбортовки продолговатых отверстий выполняются согласно рисунку. Размеры D, d, h, R и R_1 делаются по ГОСТ I7040-80, величина h назначается по меньшему d .

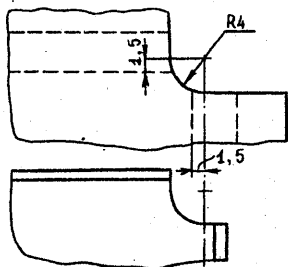
Для деталей с бортами отверстия с отбортовками и рифты следует располагать с одной стороны, исходя из условий штамповки детали.



При изготовлении рифтов их длина не нормализуется и проставляется на чертеже. Рифты могут быть криволинейными в плане.

Образование отбортовок, выштамповок и рифтов следует производить в отожженном или свежезакаленном состоянии материала методом формирования резиной. Рифты на деталях из листа толщиной до 0,7 мм выполняются с помощью роликов. Возможное утонение материала в зоне штамповок, отбортовок и рифтов не регламентируется и проверке не подлежит.

Подсечки в деталях из листа толщиной до 1,2 мм выполняются резиной. Формовка боковых подсечек в деталях с отбортовкой производится одновременно с формовкой борта. Подсечки в деталях из листа толщиной 1,5 мм и выше выполняются штамповкой или вручную.



3. Скругления в углах разверток деталей из листов выполняются в соответствии с рисунком. Размеры 1,5 и R4 проставляются в рабочих чертежах.

4. В зонах формирования отбортовок, рифтов, выштамповок, подсечек и изгибов клеймо ОТК не ставить.

5. При изготовлении деталей из листов методом изгиба минимальные и нормальные радиусыгиба при зачищенных кромках необходимо брать из нормали И9СТ53. Указанные в ней радиусы рекомендуются для углов 80...120° и могут быть распространены и на углы, большие 120°. Для углов меньше 80° минимальные радиусы следует увеличивать.

Для деталей из Д1 и Д16 с прямолинейным сгибом следует применять закаленный материал Д1Т, Д16Т; при криволинейных сгибах детали изготавливать из Д1М и Д16М с последующей закалкой. Для деталей из В95 в обоих случаях применять В95М с последующей термообработкой.

6.2. ДЛИНА РАЗВЕРТКИ ЛИСТОВОЙ ДЕТАЛИ ПРИ ИЗГИБЕ

Длина развертки для любого угла сгиба может быть определена в соответствии с рекомендациями таблицы.

Радиус изгиба, мм	Толщина листа s, мм								
	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5	1,8	2,0	2,5	3,0
	Длина A при $\alpha = 90^\circ$ по средней линии, мм								
1	2,0	2,2	2,4	2,6					
2	3,6	3,8	3,9	4,1	4,3	4,6	4,7		
3		5,4	5,5	5,7	5,9	6,2	6,3	6,7	7,1
4			7,1	7,3	7,5	7,7	7,9	8,3	8,7
5				8,8	9,0	9,3	9,4	9,9	10,3
6					10,6	10,9	11,0	11,4	11,8
8						14,0	14,2	14,6	15,0
10							15,9	17,5	18,1
12								20,8	21,2
15									26,0

Длина развертки детали равна $L_1 + L_2 + A$.

Определение длины развертки сгиба A для любого угла, отличного от 90°, производится следующим образом:

- определить длину развертки для заданных толщины и радиуса сгиба для $\alpha = 90^\circ$;

- полученную длину развертки умножить на угол изгиба, а затем разделить на 90°.

Например, $\alpha = 130^\circ$; $R = 4$ мм; $s = 2$ мм. По таблице находим для 90° $A = 7,9$; длина развертки для $\alpha = 130^\circ$ будет

$$A = \frac{7,9 \cdot 130^\circ}{90^\circ} = 11,3 \text{ мм.}$$

При α от 85 до 95° практически можно пользоваться данными для $\alpha = 90^\circ$. Длину A следует округлять до целого числа.

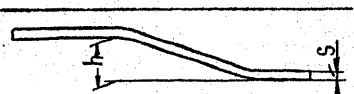
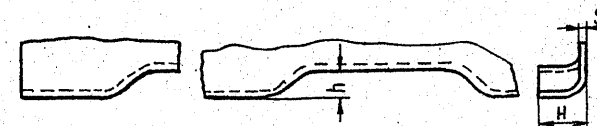
6.3. РАДИУСЫ ИЗГИБА ЛИСТОВ ПРИ ЗАЧИЩЕННЫХ КРОМКАХ

Толщина материала, мм	Марка материала					
	ДИМ, ДІЭМ, В95М		ЗОХІСА, АМг, АМц		ІХІ8МІОТ, ЭИ435, ЭИ454	
	Радиус изгиба R, мм					
	Наим.	Норм.	Наим.	Норм.	Наим.	Норм.
От 0,5 до 1,0	2	3	1	2	2	3
Св. 1,0 до 1,5	3	4	2	3	3	4
Св. 1,5 до 2,0	4	6	3	4	4	6
Св. 2,0 до 3,0	6	10	4	6	6	8

Указанные радиусы даны для углов от 80 до 90°; эти же значения рекомендуются и для углов более 120°. Для углов менее 80° минимальные радиусы следует увеличивать на 25%. Рекомендуются радиусы в графе "Норм.". В этом случае для деталей из ДІ, ДІ6 и ДІ9 с прямолинейным изгибом следует применять закаленный материал ДІТ, ДІ6Т и ДІ9Т. При криволинейных изгибах деталь изготавливать только из ДІМ, ДІ6М или ДІ9М.

6.4. ПОДСЕЧКИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ЛИСТОВ

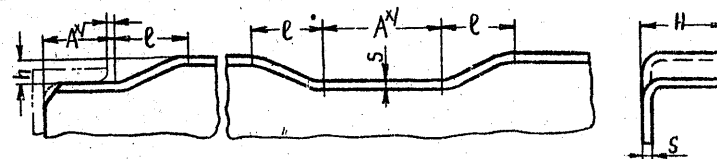
Подсечки деталей из листов толщиной до 1,2 мм выполняются по нормальям І63СТ53 и 204СТ53. Они устанавливают геометрию подсечек в зависимости от толщины материала.

Тип подсечки, эскиз	Обозначение
Плоская подсечка 	І63СТ53
Боковая подсечка 	204СТ53

Длина зоны подсечки Н проставляется в чертеже

Примеры обозначения:

- плоской подсечки $h = 2$ мм и $s = 1,2$ мм; І63СТ53-2-І,2;
 - боковой подсечки $h = 2$ мм и $s = 0,8$ мм: 204СТ-2-0,8.
- Подсечки деталей с бортом при толщине листов более 1,5 мм с бортом не более 30 мм выполняются вручную или штамповкой.



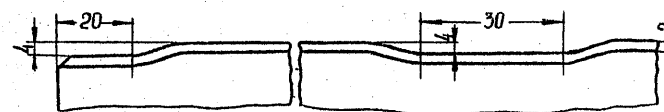
Размеры A и h не нормируются и проставляются в чертеже.

Подсечки деталей из алюминиевых листов

Глубина подсечки, мм	Толщина листа S, мм				
	1,5...2,0	2,5...3,0	3,5...4,0	4,5...5,0	6,0
	Минимальная длина подсечки, мм				
До 1 вкл.	6	8	10	12	-
Св. 1 до 2 вкл.	8	10	12	15	18
Св. 2 до 3 вкл.	10	12	15	18	20
Св. 3 до 4 вкл.	12	15	18	20	22
Св. 4 до 5 вкл.	15	18	20	22	25
Св. 5 до 6 вкл.	18	20	22	25	28
Св. 6 до 7 вкл.	20	22	25	28	32
Св. 7 до 8 вкл.	22	25	28	32	38
Св. 8 до 10 вкл.	25	28	32	38	45

Пример обозначения подсечки $h = 4$ мм и $A = 20$ мм:

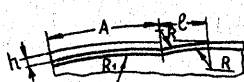
а) на детали, данным чертежом



б) на входящей детали



Размеры кривой подсежки проставляются полностью как в детали, данной чертежом, так и во входящей детали. Размеры брать по рекомендациям для плоских подсежек. Радиусы кривизны подсежки или форму ее кривой указывать на чертеже, избегая надписи "Контур подсежки - по шаблону".



6.5. РИФТЫ

Тип рифта, эскиз	Обозначение стандарта
<p>С округленной законцовкой (тип I)</p>	ГОСТ 17040-80
<p>С плоской законцовкой (тип II)</p>	

ГОСТ 17040-80 устанавливает геометрию элементов рифта в листовых деталях из алюминиевых сплавов.

В зависимости от толщины материала и высоты рифта они обозначаются типоразмерами от № I до № 8. Расшифровка номеров приведена в ГОСТ 17040-80.

Пример обозначения рифта типа I № 2: рифт 2-I ГОСТ 17040-80.

6.6. ОТБОРТОVKИ

Тип отбортовки, эскиз	Обозначение стандарта
<p>Отбортовки 90° с отверстиями (тип I)</p>	ГОСТ 17040-80
<p>Отбортовки 60° с отверстиями (тип II)</p>	
<p>Отбортовки глухие, выдавки (тип III)</p>	

Примеры обозначений:

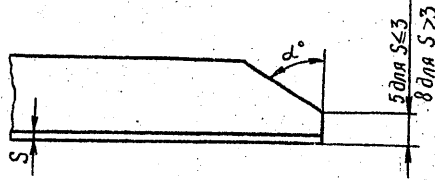
- отбортовки 90° (тип I) с отверстием диаметром 20 мм и бортом, направленным вверх: Отбортовка I-20A ГОСТ 17040-80;
- отбортовка 60° (тип II) с отверстием диаметром 20 мм и бортом, направленным вниз: Отбортовка 2-20Б ГОСТ 17040-80;
- отбортовка глухая (тип III) диаметром 45 мм и бортом, направленным вверх: Отбортовка 3-45A ГОСТ 17040-80.

6.7. ДЕТАЛИ ИЗ ПРЕССОВАННЫХ ПРОФИЛЕЙ

1. Детали каркаса самолета из прессованных профилей могут изготавливаться с помощью механической обработки, подсечкой, малковкой и гибкой.

2. При механической обработке профиля производится его обрезка по длине с зачисткой и доработка полки профиля на фрезерных станках для получения заданной формы и толщины полки.

Скосы свободных полки выполняются по прямой; там, где позволяет конструкция, угол скоса брать 60° .

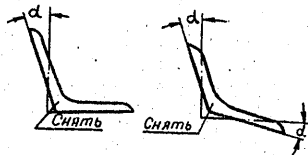


3. Подсечки прессованных профилей из алюминиевых сплавов выполняются на прессах по ОСТ I 03688-74.

Подсечку необходимо производить с одного хода пресса; переподсечка профиля не допускается.

Минимальное расстояние между зонами соседних подсечек равно 50 мм при толщине полки до 4 мм и 60 мм — при толщине полки свыше 4 мм. Клеймо ОТК ставится не ближе 30 мм от зоны подсечки.

4. Малковка (отгиб полки) прессованных профилей из алюминиевых сплавов производится по ОСТ I 00129-74. Малковка профилей в пределах $\pm 3^\circ$ не создает больших искажений поверхности полки и не требует ручной доработки. Малковка профилей на угол более $\pm 3^\circ$ создает значительные искажения полки и может быть допущена у деталей, где это искажение не отражается на работе конструкции.



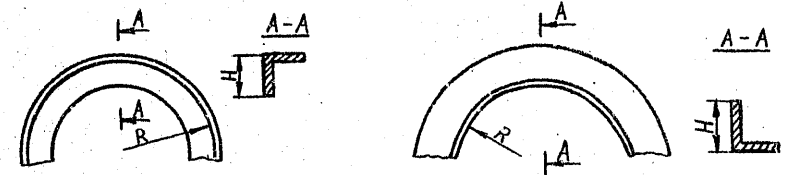
При необходимости малковки профиля в чертежах проставляется угол малковки α и дается надпись "снять", если необходимо снять выступающую часть профиля. При этом нужно произвести антикоррозийную защиту. Это следует оговорить в рабочем чертеже.

Не ответственные детали с переменной малкой рекомендуется изготавливать из листового материала. Специальные прессованные профили, идущие на изготовление ответственных деталей с переменной

ной малкой типа поясов лонжеронов, силовых шпангоутов и т.п., заказывать по наибольшему углу, так как закрытые малки требуют меньшей доработки, чем снятие выступающей части профиля, образующейся при раскрытии профиля.

5. При изготовлении криволинейных деталей из профилей углового сечения необходимо обеспечивать следующие минимальные радиусы изгиба при заданной ширине полки профиля в плоскости изгиба:

а) при изгибе профиля полкой внутрь минимальный радиус изгиба R_{min} не менее $6H$;

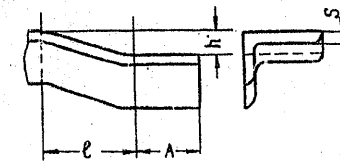


б) при изгибе профиля полкой наружу минимальный радиус изгиба R_{min} не менее $5H$;

в) при изготовлении деталей с переменным радиусом кривизны, имеющих постоянное сечение, минимальный радиус изгиба брать не менее $10H$.

6.8. ПОДСЕЧКИ ПРЕССОВАННЫХ ПРОФИЛЕЙ

В таблице приведены размеры подсечек прессованных профилей из алюминиевых сплавов в соответствии с ОСТ I 03688-74.

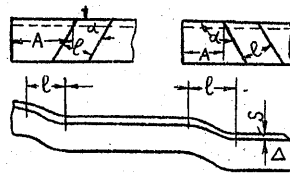
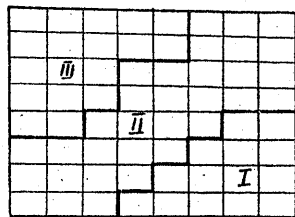


Пояснение к рамкам таблицы — области подсечки профилей.

Область I — из В95Т, Д16Т и Д19Т без подогрева. Область II — из Д16Т и Д19Т без подогрева. Область III — из В95Т только с подогревом до 140°C . Область IV — из Д16, Д19 и В95 в отожженном или свежезакаленном состоянии.

Размер A не нормализован. Угол подсечки α назначается кратным 15° в пределах $45 \dots 135^\circ$ с простановкой угла в чертеже. Минимальное расстояние между зонами подсечек 50 мм при $S \leq 4$ мм и 60 мм при $S > 4$ мм.

Глубина подсечки h , мм	Толщина полки профиля s , мм							
	До 1,0	Св.1,0 до 1,5	Св.1,5 до 2,0	Св.2,0 до 3,0	Св.3,0 до 4,0	Св.4,0 до 6,0	Св.6,0 до 8,0	Св.8,0 до 10,0
	Минимальная длина зоны подсечки l , мм							
0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,5	6	6	8	10	13	16	-	-
1,8; 2,0	6	8	10	13	16	19	22	25
2,5; 3,0	8	10	13	16	19	22	25	28
3,5; 4,0	10	13	16	19	22	25	28	32
4,5; 5,0; 6,0	13	16	19	22	25	28	32	36
7,0; 8,0	16	19	22	25	28	32	36	40
9,0; 10,0	19	22	25	28	32	36	40	45
11,0; 12,0	22	25	28	32	36	40	45	52



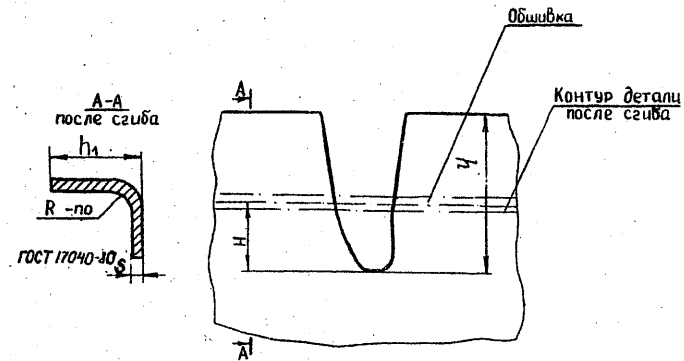
Пример обозначения подсечки $h = 3$ мм и $s = 5$ мм: Подсечка 3-5 ОСТІ 03688-24.

6.9. ВЫРЕЗЫ ПОД СТРИНГЕРЫ

Полный сортамент профилей и рекомендуемые под них вырезы приведены в ОСТІ 03948-79 "Сортамент профилей и рекомендуемые под них вырезы".

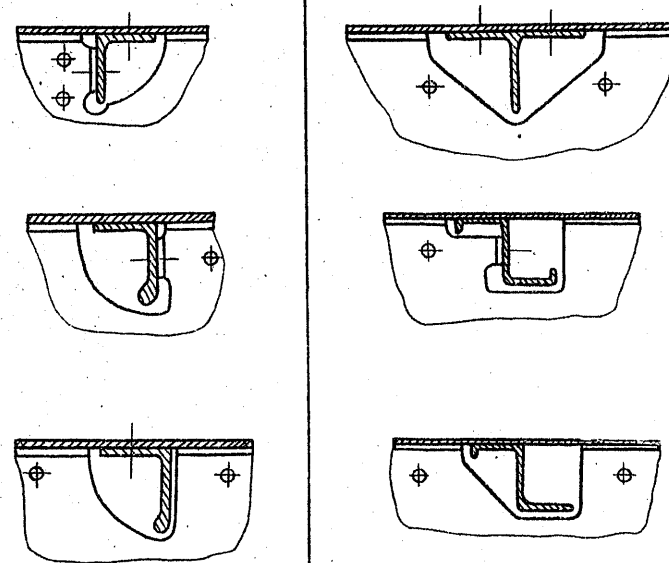
Вырезы маркируются номерами типоразмеров, которые определяются формой и размерами профиля. В чертеже проставляются полная глубина выреза h , высота отгиба h_1 и глубина выреза после отгиба H .

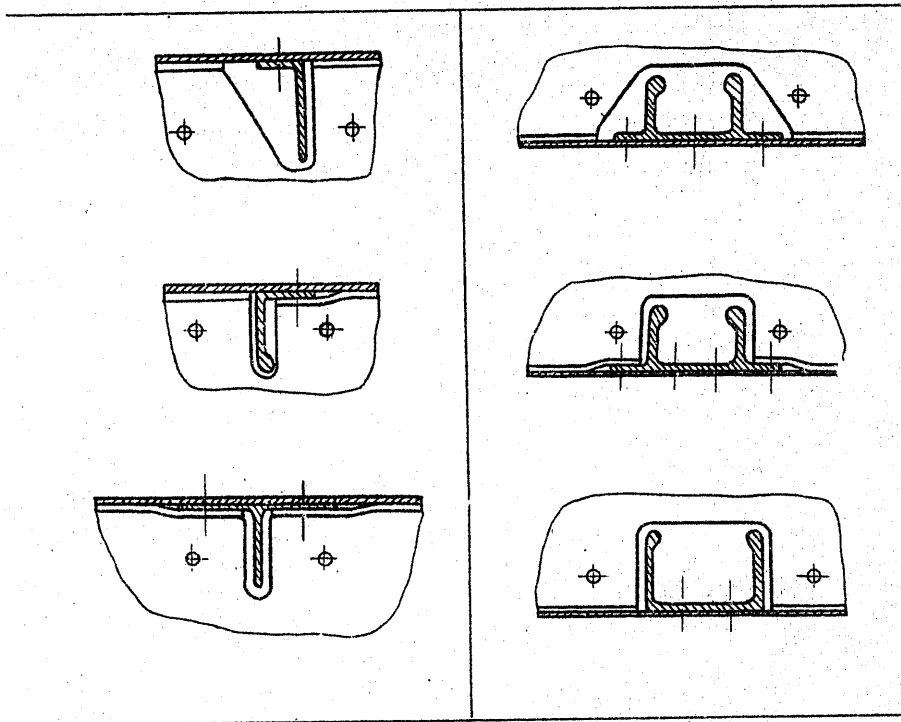
Пример обозначения выреза К 6 по нормали 545АГ под профиль: ИР 102-3 по ОСТІ 03948-73.



Ниже приведены эскизы вырезов под прессованные профили, выполняемые в деталях из листового материала толщиной до 2 мм включительно.

Рекомендуемые типовые вырезы под профили





ЛИТЕРАТУРА

1. В о й т Е.С. Проектирование конструкции самолета. - М.: МАИ, 1973.
2. Ш у л ь ж е н к о М.Н. Конструкции самолетов. - М.: Машиностроение, 1972.
3. З а й ц е в В.Н. и др. Конструкция и прочность самолетов. - Киев: Вища школа, 1974.
4. А б и б о в А.Л. и др. Технология самолетостроения. - М.: Машиностроение, 1982.
5. В о й т Е.С. и др. Лабораторно-практические работы по курсу "Проектирование конструкций". - М.: МАИ, 1981.
6. В о й т Е.С., М а н у ч а р о в В.А. Пособие по ЕСКД для курсового проектирования. - М.: МАИ, 1972.
7. А с т а х о в М.Ф. и др. Справочная книга по расчету самолета на прочность. - М.: Оборонгиз, 1954.
8. Сборники государственных и отраслевых стандартов (ГОСТ и ОСТ I).
9. Н а з а р о в Г.Н. Проектирование сжатых панелей наименьшей массы. - В сб.: Анализ и выбор рациональных параметров самолетов. - М.: МАИ, 1981.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Г л а в а I. Задачи и содержание курсового проекта . . .	3
I.1. Назначение и тематика	3
I.2. Задание на курсовой проект	4
I.3. Состав и содержание проекта	4
I.4. График выполнения и оценка проекта	7
Г л а в а II. Рекомендации по разработке конструкции агрегата	8
2.1. Предварительные изыскания	8
2.2. Проектный расчет конструкции	9
2.3. Эскизная разработка вариантов конструкции	12
2.4. Разработка сборочного чертежа агрегата	14
2.5. Ошибки и недоработки, встречающиеся в курсовых проектах и при их защите	17
Г л а в а III. Некоторые рекомендации по подготовке технической документации	18
3.1. Обозначение чертежей изделий основного производства	18
3.2. Нормальные диаметры и длины	20
3.3. Допуски и посадки в агрегатах каркаса самолета	20
Г л а в а IV. Болтовые соединения	22
4.1. Рекомендации по применению болтов и гаек	22
4.2. Расчетные разрушающие усилия	24
4.3. Подбор длин болтов	25
4.4. Отверстия под стержни болтов	25
4.5. Основные виды покрытий крепежа. Условные обозначения и применение	26
4.6. Крепление съемных панелей самоконтрающимися гайками	27
4.7. Шайбы	28
4.8. Стопорение (контровка) болтовых соединений	29
4.9. Основные данные отраслевого сортамента на болты шайбы и гайки	31

Г л а в а V. Заклепочные соединения	36
5.1. Рекомендации по применению заклепок	36
5.2. Шаги заклепок в швах	37
5.3. Разрушающие усилия заклепок	38
5.4. Подбор длин заклепок	39
5.5. Основные данные отраслевого сортамента на заклепки	40
Г л а в а VI. Рекомендации нормативных документов по проектированию деталей каркаса	41
6.1. Детали из листового материала	41
6.2. Длины развертки листовой детали при изгибе	43
6.3. Радиусы изгиба листов при зачищенных кромках	44
6.4. Подсечки деталей из листов	44
6.5. Рифты	46
6.6. Отбортовки	47
6.7. Детали из прессованных профилей	48
6.8. Подсечки прессованных профилей	49
6.9. Вырезы под стрингеры	50
Литература	53

Георгий Николаевич Назаров,
Анатолий Александрович Красоткин,
Юрий Иванович Попов

МЕТОДИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ ПО КУРСОВОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ
"КОНСТРУИРОВАНИЕ АГРЕГАТОВ ПАРАМЕТРА"

Редактор Т.С. Корочкина
Техн. редактор Е.А. Смирнова
Подп. к печ. 22.04.83
Бум. типогр. № 2. Формат 60x90 1/16
Печ. л. 3,50; уч.-изд. л. 3,00. Тираж 1000
Зак. 292/750. Цена 20 коп.
Ротапринт МАИ
125871, Москва, Волоколамское шоссе, 4